

31

Praktijk onderzoek naar de ammoniakemissie bij mesttoediening

31

Het effect van aanzuren van dunne rundermest vlak voor toediening

1991
w 29

J.M.G. Hol

dlo



Praktijk onderzoek naar de ammoniakemissie bij mesttoediening

Het effect van aanzuren van dunne rundermest vlak voor toediening

J.M.G. Hol

Meetploegverslag 34506-3800
Februari 1992

Dienst Landbouwkundig Onderzoek
Postbus 59
6700 AB Wageningen

De uitkomsten van dit onderzoek gelden alleen voor de omstandigheden waaronder de experimenten plaats vonden. Vergelijking is derhalve niet zonder meer mogelijk, en is voorbehouden aan de rapporteur.

1 INLEIDING	2
2 METHODE	3
2.1 Inleiding	3
2.2 Opzet	3
2.3 Uitvoering	3
3 RESTULTATEN EN DISCUSSIE	6
3.1 Bodem- en gewasomstandigheden	6
3.2 Weersomstandigheden	6
3.3 Mestsamenstelling	7
3.4 Ammoniakvervluchting	7
4 CONCLUSIE	9
LITERATUUR	10
Bijlage I Micrometeorologische massabalansmethode	11
Bijlage II Gegevens over het aanzuren	16
Bijlage III Weersomstandigheden tijdens het experiment	19
Bijlage IV Emissiesnelheid per meetmethode	21

1 INLEIDING

In opdracht van de begeleidingscommissie voor het intensiveringsonderzoek heeft de meetploeg, die door het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij is ingesteld, onderzoek gedaan naar de beperking van de ammoniakemissie na aanwending van aangezuurde dunne rundermest op grasland. Dit onderzoek bestond uit één experiment. De resultaten zijn slechts indicatief. Ook in 1990 is door de meetploeg onderzoek gedaan naar het effect op de ammoniakemissie van aangezuurde mest (de Bode, 1990a,b). Daarbij werd in de stal aangezuurde mest gebruikt als uitgangsmateriaal. In dit onderzoek is onbehandelde mest uit de stal in kleine hoeveelheden vlak voor toediening in korte tijd aangezuurd tot de gewenste pH. Het aanzuren is in een afgesloten container gedaan, waarbij het proces continu kan worden gecontroleerd (Hendriks en Huijsmans, 1991 ; Huijsmans en Hendriks, 1991).

Naar de ammoniakemissie van aangezuurde mest wordt al enkele jaren onderzoek gedaan. Hieruit blijkt dat de ammoniakemissie bij lagere pH (4,3-5,0) laag is; de emissiereductie ten opzichte van het referentieveld ligt tussen 73-99% (Bruins, 1992; de Bode, 1990a,b; Bussink en Tjalma, 1991). Bij hogere pH (6,3-6,7) ligt de emissiereductie tussen 39 en 55% (de Bode, 1990a,b). In dit onderzoek is de ammoniakemissie gemeten bij mest die aangezuurd is tot 4,9, 5,8 en 6,0.

2 METHODE

2.1 Inleiding

De ammoniakemissie van een bemest veld wordt bepaald met behulp van de micrometeorologische massabalansmethode. In het kort komt deze methode neer op het meten van het verschil tussen aan- en afvoer van ammoniak over een bemest proefveld. Dit proefveld is cirkelvormig en heeft in het algemeen een oppervlakte die tussen 0,15 en 0,20 hectare ligt. Voor deze meetmethode zijn concentratie- en windsnelheidsmetingen op bepaalde hoogten nodig. In bijlage I wordt een korte toelichting op deze methode gegeven. Deze meetmethode is geschikt om de ammoniakemissie van verschillend behandelde mest te vergelijken met de emissie van bovengronds breedwerpig uitgereden onbehandelde mest. Ten opzichte van het laatste veld - het zogenaamde referentieveld - kan een reductiepercentage worden berekend.

2.2 Opzet

Het experiment is uitgevoerd van 16 juli 1991 tot en met 20 juli 1991. Voor dit experiment is gebruik gemaakt van dunne rundermest die op het melkveehouderij-proefbedrijf 'de Vijf Roeden' van het IMAG-DLO onder een ligboxenstal was opgeslagen. De proeven zijn op grasland van het proefbedrijf uitgevoerd. In totaal zijn vier proefvelden op grasland aangelegd. Op drie proefvelden werd aangezuurde mest toegediend. De opzet was om de mest aan te zuren tot pH 5,0, 5,5 en 6,0. Op het vierde veld werd onbehandelde mest toegediend. Gestreefd is naar een mestgift van 10 m³/ha. De mest werd bovengronds breedwerpig met een vacuum-tank op het land gebracht (pH 6,0 en 4,9 met tank 1: inhoud 5,5 m³; effectieve werkbreedte 8 m, onbehandeld en pH 5,8 met tank 2: inhoud 6 m³; effectieve werkbreedte 9 m).

De aangezuurde mest is zo snel mogelijk na het aanzuurproces toegediend, zodat de er weinig tijd voor denitrificatie is.

Factoren die de emissie kunnen beïnvloeden zijn voor de vier velden zoveel mogelijk gelijk gehouden. De experimenten zijn daarom zo snel mogelijk achter elkaar gestart zodat de invloed van verschillen in weersomstandigheden op de individuele metingen was uitgesloten.

Uit voorgaand onderzoek (Pain en Klarenbeek, 1988) is gebleken dat de emissie direct na het verspreiden van de mest snel verloopt. Om het verloop van de emissie te meten moeten de monsternamperiodes direct na het verspreiden van de mest kort zijn. Daarom is gekozen voor de volgende monsternamperiodes: 0-½ uur, ½-1½ uur, 1½-3 uur, 3-6 uur, 6 uur- schemering, schemering-zonsopkomst, zonsopkomst-48 uur, 48-72 uur en 72- 96 uur na uitrijden.

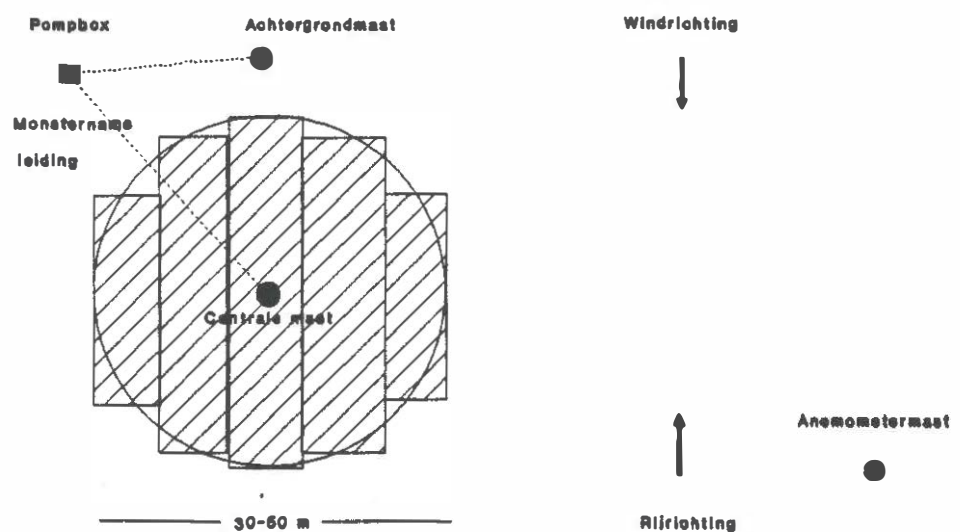
2.3 Uitvoering

De dunne rundermest is uit de stal direct in de aanzuurinstallatie gepompt. In totaal kan 5,5 m³ mest in één keer worden aangezuurd. Aan de hand van eerder uitgevoerde experimenten wordt een vaste hoeveelheid zuur (afhankelijk van de gewenste pH) toegevoegd. Na het aanzuren wordt de mest nog enige tijd gemengd. Om schuimvorming tegen te gaan wordt een vaste hoeveelheid anti-schuimmiddel toegevoegd. Na het mengen wordt de mest direct in een vacuum-tank gepompt. In bijlage II staan gegevens met betrekking tot het aanzuren.

Direct na menging van de mest wordt de mest toegediend op het proefveld. In Figuur 1 staat het schema van een cirkelvormig proefveld met daarbij de posities van de pompbox, de achtergrond- en centrale mast. Nadat de helft van het proefveld is uitgereden is de centrale mast geplaatst en de meting gestart. Met deze

mest wordt de ammoniakconcentratie bepaald in de lucht die over een afstand van de lengte van de straal van het veld is gegaan. Met de achtergrondmast, die bovenwinds van de centrale mast stond, is de achtergrondconcentratie gemeten. In de masten zijn op verschillende hoogten flesjes met opvangvloeistof bevestigd. Met behulp van een pomp is de lucht door de flesjes gezogen, waarbij de ammoniak in de opvangvloeistof is achtergebleven. Als opvangvloeistof is 0,020 M salpeterzuur gebruikt. In het laboratorium van het IMAG-DLO is na de meetperiode de hoeveelheid ammonium in het salpeterzuur met een ionchromatograaf bepaald (Waters, proteïn-pak colom sp 5pw).

Uit deze hoeveelheid en de flow door het flesje die voor en na een monsternameperiode is gemeten, is de ammoniakconcentratie in de lucht bepaald. Uit de windsnelheid op de verschillende hoogten en de gemeten concentratie volgt dan de hoeveelheid ammoniak die uit de mest is vervluchtigd.



Figuur 1. Schema van een proefveld voor de micrometeorologische massabalansmethode.

Voor het uitrijden worden alle mestsoorten in viervoud bemonsterd (uit vacuum-tank). Een mestmonster wordt geanalyseerd op: totaalstikstof, ammoniumstikstof, nitraatstikstof, fosfor, kalium, pH, droge stof, ruwe as en vluchtige vetzuren. De gemiddelde gegevens van deze monsters staan in Tabel 2 (per mestsoort). Daarnaast zijn vlak voor en na het aanzuren mestmonsters genomen uit de aanzuurinstallatie, de samenstellingen van deze monsters staan in bijlage II.

Voor een goede beschrijving van de omstandigheden, waaronder de experimenten zijn uitgevoerd, wordt de vochtigheid van de bodem en de grashoogte voor het verspreiden gemeten. De bodemvochtigheid wordt bepaald op basis van droog gewicht. De bovenste 5 cm van de bodem wordt bemonsterd en minimaal 24 uur bij 105 °C gedroogd. De grashoogte wordt met een eenvoudige grashoogtemeter gemeten. Direct na toedienen van de mest wordt de pH van de mest op de grond gemeten. Deze pH-metingen worden 24 uur lang uitgevoerd en volgen het monsternamepatroon dat bij de emissiemetingen wordt gebruikt.

Naast de bodemtoestand zijn ook de weersomstandigheden belangrijk voor de vervluchtiging van ammoniak. Door een defect in de registratieapparatuur zijn van de weergegevens alleen de windsnelheden, regen en de temperatuur rond de bodem continu geregistreerd (de relatieve luchtvochtigheid, temperatuur op 1,5 m de instraling en de windrichting zijn vervallen). De winsnelheid werd op 0,24; 0,44; 0,89; 1,42; 2,44 en 3,74 m hoogte gemeten. De temperatuur is op +5 cm, 0 cm en -5 cm van de bodem gemeten.

3 RESTULTATEN EN DISCUSSIE

3.1 Bodem- en gewasomstandigheden

De grondsoort waarop de proefvelden lagen wordt gekwalificeerd als komklei, 74% tot 78% afslibbaar. Vier dagen voor de start van dit experiment is het gras gemaaid en weggehaald. De gemiddelde gewaslengte vlak voor het uitrijden van de mest was 6,1 cm (31 metingen).

Doordat het in de voorafgaande periode regelmatig had geregend was de grond nog vochtig, 19% tot 23% vocht, en waren er geen duidelijke scheuren in de grond te zien.

Naast het vochtpercentage van de bodem is ook de pH van het bodemoppervlak gemeten. De gemiddelde pH van de onbemeste bodem was 6,2 (57 waarnemingen variërend tussen 5,5 en 7,2). Bij de proefvelden die zijn bemest met aangezuurde mest tot pH 5,8 en 6,0 was het verloop van de zuurgraad in de tijd ongeveer hetzelfde (Tabel 1). De pH steeg langzaam. Bij aangezuurde mest tot pH 4,9 bleef de pH constant tot 6 uur na toediening, daarna steeg de pH tot 7,5. Dit is slechts één meetperiode, waarna de zuurgraad weer zakt tot het niveau van de andere twee proefvelden.

Tabel 1 pH van de bodem gemeten op een proefveld (gemiddelde van 8 waarnemingen per periode) en direct buiten het proefveld (gemiddelde van 3 waarnemingen per periode).

Tijdsbestek na mesttoe- diening	pH 4,9		pH 5,8		pH 6,0	
	binnen	buiten	binnen	buiten	binnen	buiten
0 uur	5,1	6,2	6,3	6,6	6,5	6,7
½ uur	5,3	6,1	6,3	6,8	6,6	..*
1½ uur	5,2	6,0	6,3	5,6	6,6	..*
3 uur	5,3	6,0	6,1	6,4	6,6	6,1
6 uur	7,5	6,5	6,4	6,3	6,5	6,7
11 uur	6,1	6,0	6,6	6,1	6,9	6,7
24 uur	6,4	6,3	6,8	6,1	6,9	6,7

*geen waarneming

3.2 Weersomstandigheden

Tijdens en vlak na het uitrijden van de mest was het bewolkt met heel af en toe een zwak zonnetje, en er stond een matige wind (2,5 tot 4,5 m/s). De temperatuur op en net boven de grond was maximaal 23°C. De bodemtemperatuur varieerde weinig en was gemiddeld 16°C. Op de tweede dag van het experiment was het sterk drogend weer, de wind nam toe tot maximaal 6,5 m/s en de temperatuur aan de grond liep op tot bijna 30°C. Op de derde dag sloeg het weer om: de windsnelheid nam af tot gemiddeld 3,5 m/s, en de temperatuur daalde tot gemiddeld 15°C. In de rest van de meetperiode viel er 3,8 mm regen. In bijlage III zijn de weersomstandigheden tijdens de meetperiode opgenomen.

3.3 Mestsamenstelling

Uit Tabel 2 blijkt dat de onbehandelde mest op alle onderzochte stoffen nogal afwijkt van de gemiddelde samenstelling van dunne rundermest die door Hoeksma (1988) werd gevonden. De spreiding bij het onderzoek van Hoeksma is echter groot. Dit is ook te verwachten, aangezien de samenstelling van de mest sterk afhankelijk is van o.a. het rantsoen en het waterverbruik. De gevonden verschillen, vooral bij stikstof, fosfor en kali, zijn te verklaren door de verschuivingen in rantsoen- en krachtvoersamenstelling in de loop van de tijd. Op dit bedrijf wordt 30% snijmais (op ds-basis), 70% kuilgras (op ds-basis) en krachtvoer via KVM (koppeling melkgiftvoeding) verstrekt. De samenstelling van de onbehandelde mest valt wel binnen de spreiding van de gemiddelde mest uit de literatuur.

Tabel 2 Gemiddelde samenstelling van de dunne rundermest die in dit experiment is gebruikt in vergelijking met de gemiddelde waarden uit Hoeksma (1988). De mestmonsters zijn afkomstig uit de vacuümtank.

Grootheid	[eenheid]	pH 4,9	pH 5,8	pH 6,0	Onbehandeld	Gemiddeld
Ammoniumstikstof	[mg/kg]	1390	1348	1580	1453	2400
Nitraatstikstof	[mg/kg]	2827	1984	1581	---	---
Totaalstikstof	[mg/kg]	#6553	#5412	#5330	3873	4900
Fosfor	[mg/kg]	660	640	660	630	874
Kalium	[mg/kg]	2470	2500	2500	2800	5146
pH		4,9	5,8	6,0	7,0	8,2
Droge stof	[g/kg]	79,0	75,8	75,2	72,2	96
Ruwe as	[% ds]	22,2	23,2	23,7	25,0	28
Vluchtige vetzuren	[mg/l]	7303	7937	7861	7028	---

#N-totaal = $\text{NH}_4\text{N} + \text{NO}_3\text{-N} + \text{organisch-N}$

* geen waarneming

Bij het aanzuren is het niet gelukt om exact de voorgestelde pH te realiseren. Uiteindelijk zijn de volgende zuurgraadstappen gemaakt: pH 4,9, pH 5,8 en pH 6,0. Naast de pH verschilde de hoeveelheid totaalstikstof bij aangezuurde mest ten opzichte van onbehandelde mest. Deze neemt aanzienlijk toe, omdat de mest wordt aangezuurd met salpeterzuur; de toegevoegde hoeveelheid nitraat zorgt voor de toename van het totaalstikstof.

3.4 Ammoniakvervluchtiging

In Tabel 3 staan de methoeveelheden die op de verschillende proefvelden zijn gegeven. De mestgift lag rond de 10 m³ per hectare. Uit Tabel 3 blijkt dat toedienen van onbehandelde dunne rundermest een hoge emissie gaf: bijna alle opgebrachte ammoniumstikstof is vervluchtigd. Aanzuren van mest gaf aanzienlijk minder emissie; 20,6% van de opgebrachte hoeveelheid ammoniumstikstof bij pH 4,9, 47,8% bij pH 5,8 en 46,5% bij pH 6,0. Door het kleine verschil in zuurgraad tussen pH 5,8 en pH 6,0 waren de verschillen in emissie klein. Het min of meer overeenkomstige gedrag van de emissie van de genoemde mestsoorten is ook bij het verloop van de pH van het bodemoppervlak te zien (zie Tabel 1).

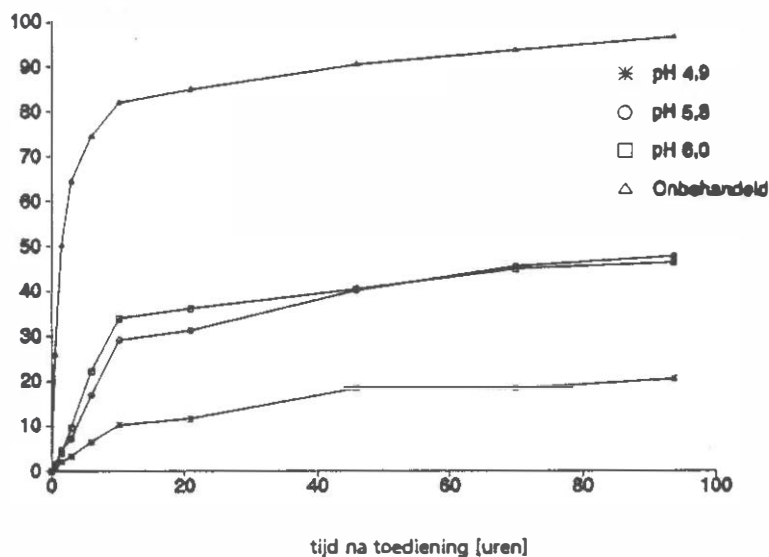
In Figuur 2 en bijlage IV is te zien dat bij onbehandelde mest 84% van de totale emissie in de eerste elf uur plaats vond. Bij tot pH 4,9 aangezuurde mest was dat 50%, bij pH 5,8 61% en bij pH 6,0 73%. Het lijkt erop dat de emissie bij lagere zuurgraad na toedienen van de mest minder snel op gang kwam. De emissiereductie ten opzichte van het referentieveld was bij mest met pH 4,9 het grootst, namelijk 79%. Mest met pH 5,8 en 6,0 gaven ongeveer dezelfde reductie, resp. 51% en 52%. Deze resultaten komen goed overeen met de gegevens uit de literatuur.

Tabel 3 Gemiddelde giften en ammoniakemissie van onbehandelde dunne rundermest en aangezuurde dunne rundermest.

Mestsoort	Giften			Ammoniakemissie		
	mest	NH ₄ -N	N-tot		NH ₄ -N	N-tot
	[m ³ /ha]	[kg/ha]	[kg/ha]	[kg/ha]	[%]	[%]
Onbehandeld	9,8	14,2	37,9	13,8	96,7	36,3
pH 4,9	10,2	14,5	68,2	3,0	20,6	4,4
pH 5,8	10,3	13,9	56,8	6,7	47,8	11,7
pH 6,0	10,1	15,7	52,4	7,3	46,5	14,0

Door Bruins (1992), de Bode (1990a,b) en Bussink en Tjalma (1991) wordt bij mest aangezuurd onder pH 5,0 (aangezuurd in de stal) een emissiereductie tussen 73 en 99% gevonden. Bij hogere pH zijn minder gegevens bekend. De Bode (1990a,b) vond bij pH 6,3 en 6,7 een reductie van respectievelijk 55 en 39%.

emissie als % van opgebrachte NH₄-N



Figuur 2 Het verloop van de ammoniakemissie na toediening van aangezuurde dunne rundermest in vergelijking met onbehandelde dunne rundermest.

4 CONCLUSIE

Het aanzuren van dunne rundermest vlak voor toediening kan de emissie aanzienlijk verminderen. Bij mest met een pH van 4,9 was de emissiereductie ten opzichte van onbehandelde mest 79%. Dit getal komt goed overeen met de waarden die in de literatuur worden gegeven. Wanneer de mest minder wordt aangezuurd, zoals in dit experiment tot pH 5,8 en 6,0, is de reductie duidelijk minder, namelijk 51 en 52%.

LITERATUUR

Bruins, M.A., 1992 - Ammoniakemissie bij verschillende toedieningsmethoden van dunne mest aan veengrasland (nog te publiceren). Wageningen, IMAG-DLO.

Bode, de M.J.C., 1990a - Ammoniakemissie-onderzoek bij mengmesttoepassing. Het effect van mestaanwending. Wageningen, DLO-Meetploegverslag 34506-1300a.

Bode, de M.J.C., 1990b - Ammoniakemissie-onderzoek bij mesttoepassing. Het effect van mestaanwending. Wageningen, DLO-Meetploegverslag 34506-1300b.

Bussink, D.W. en S.G. Tjalma, 1991 - Ammoniakemissie bij verschillende toedieningsmethoden van dunne mest aan zandgrasland. 's Gravenhage, NMI-Rapport A 90.086

Hoeksma, P., 1988 - De samenstelling van drijfmest die naar akkerbouwbedrijven wordt afgezet. Wageningen, IMAG-DLO.

Hendriks, J.G.L. en J.F.M. Huijsmans, 1991 - Het aanzuren van rundermest kort voor het uitrijden I (vertrouwelijke nota). Wageningen, IMAG-DLO nota V 91-34.

Huijsmans, J.F.M. en J.G.L. Hendriks, 1991 - Het aanzuren van rundermest kort voor het uitrijden II (vertrouwelijke nota). Wageningen, IMAG-DLO.

Pain, B.F. and J.V. Klarenbeek, 1988 - Anglo-Dutch experiments on odour and ammonia emissions from landspreading livestock wastes. Wageningen, IMAG-DLO research report 88-2.

Bijlage I Micrometeorologische massabalansmethode

Theorie

De metingen van de ammoniakemissie worden ondermeer uitgevoerd met de micrometeorologische massabalansmethode. Een uitgebreide beschrijving van deze methode is te vinden in Denmead (1983). Hier wordt voistaan met een beknopte beschrijving. De micrometeorologische massabalansmethode is gebaseerd op het verschil in aan- en afvoer van ammoniak over een proefveld (Figuur 4a). Bij afwezigheid van ammoniak bovenwinds van het proefveld wordt de ammoniakflux F vanaf het veld gegeven door:

$$F = \frac{1}{x} \int_{z_0}^{z_p} (\bar{u}(z) \cdot \bar{c}(z) + u'(z) \cdot c'(z)) dz \quad (1)$$

waarin:

- F = flux [$\text{g m}^{-2}\text{s}^{-1}$];
- x = aanstroamlengte, de afstand tussen de plaats waar de wind het veld binnenkomt en de centrale mast [m];
- z_p = de hoogte waar de ammoniakconcentratie gelijk wordt aan de achtergrond (zie Figuur 4b) [m];
- z_0 = de ruwheidslengte (de hoogte waarop u gelijk aan 0 wordt) [m];
- $u(z) \cdot \bar{c}(z)$ = de in de tijd gemiddelde horizontale flux veroorzaakt door horizontale convectie op hoogte z van de centrale mast [$\text{g m}^{-2}\text{s}^{-1}$];
- $u'(z) \cdot c'(z)$ = de turbulente flux veroorzaakt door horizontale diffusie loodrecht op de windrichting [$\text{g m}^{-2}\text{s}^{-1}$].

In het algemeen wordt aangenomen dat de laatste term verwaarloosbaar is ten opzichte van de convectieve term (Denmead, 1983; Denmead et al., 1977; Beauchamp et al., 1982; Beauchamp et al., 1987). Vergelijking (1) wordt daarom vereenvoudigd tot:

$$F = \frac{1}{x} \int_{z_0}^{z_p} \bar{u}(z) \cdot \bar{c}(z) dz \quad (2)$$

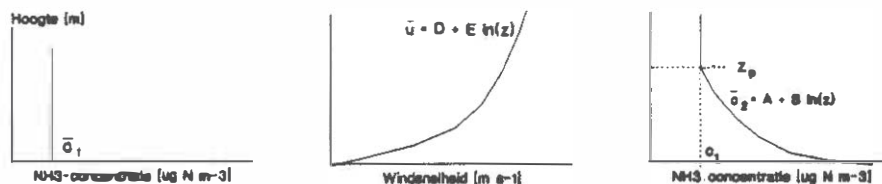
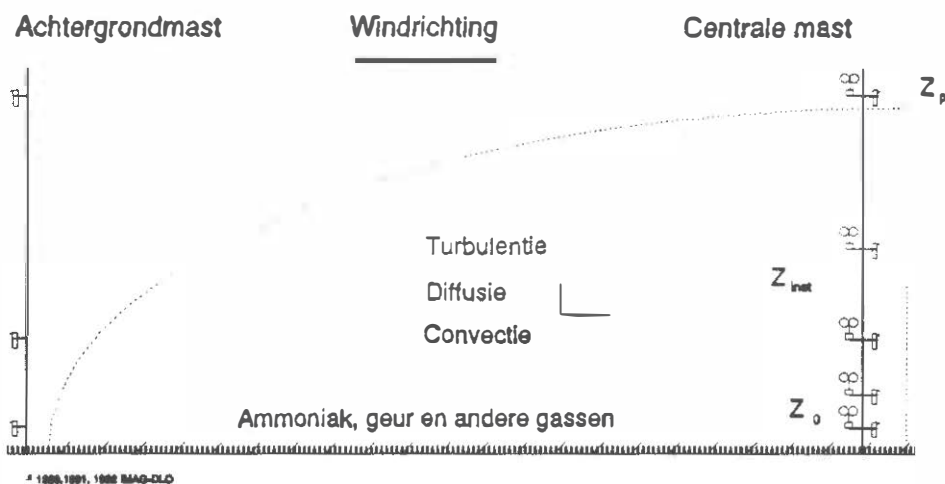
Bij aanwezigheid van ammoniak in de achtergrondlucht moeten zowel boven- als benedenwinds de profielen van de ammoniakconcentratie worden vastgesteld (Figuur 4b). Met deze profielen kan vervolgens het profiel van de horizontale flux worden berekend (zie Figuur 4c). De geïntegreerde horizontale flux over de hoogte levert voor beide meetposities de flux door een vertikaal vlak van eenheidsbreedte. De netto flux van het proefveld is het verschil tussen de fluxen door beide verticale vlakken. De flux kan worden uitgedrukt per landopper- vlakte d.m.v. deling door de aanstroamlengte:

$$F_N = \frac{1}{x} \left(\int_{z_0}^{z_p} \bar{u}(z) \cdot \bar{c}_2(z) dz - \int_{z_0}^{z_p} \bar{u}(z) \cdot \bar{c}_1(z) dz \right) \quad (3)$$

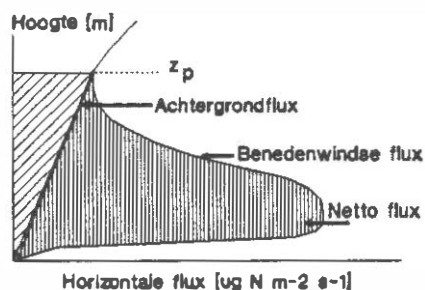
waarin:

- F_N = nettoflux [$\text{g m}^{-2}\text{s}^{-1}$];
- $\bar{c}_1(z)$ = de gemiddelde bovenwindse ammoniakconcentratie op hoogte z [g m^{-3}];
- $\bar{c}_2(z)$ = de gemiddelde benedenwindse ammoniakconcentratie op hoogte z [g m^{-3}].

(a)



(b)



(c)

Figuur 4 Schematisch overzicht van de stappen in de bepaling van ammoniakemissie gebruikmakend van de micrometeorologische massabalansmethode; (a) veldopstelling in relatie tot windsnelheid, (b) typische vormen van de profielen van ammoniakconcentratie en windsnelheid en (c) de profielen van de horizontale flux boven- en benedenwinds van het veld (naar Ryden en McNeill, 1984).

Uit voorgaand onderzoek bleek dat er een lineair verband bestaat tussen de logaritme van de hoogte en de windsnelheid en tussen de logaritme van de hoogte en de ammoniakconcentratie:

$$u = D + E \ln(z) \quad (4)$$

$$c_2 = A + B \ln(z) \quad (5)$$

De ammoniakconcentratie in de achtergrondlucht is homogeen over de hoogte verdeeld.

Uitvoering

Bij het uitrijden wordt de mest verspreid zoals in Figuur 1 is weergegeven. De diameter van een veld is ongeveer 45 m. Een cirkelvormig veld vergemakkelijkt de berekening van de emissie. De benedenwindse flux kan dan in het midden van het veld worden gemeten, zodat de fetch voor alle windrichtingen gelijk is.

De ammoniakconcentratie in het midden van het veld is gemeten door zo snel mogelijk na het uitrijden (in ieder geval binnen 15 min) een 3,5 meter hoge mast in het midden van het veld te plaatsen (centrale mast). De centrale mast bevat 7 monsternamepunten, die in hoogte logaritmisch over de mast zijn verdeeld. Een monsternamepunt bestaat uit een wasflesje gevuld met met 0,02 M HNO_3 als absorptievloeistof en een impinger. Een impinger maakt het mogelijk door middel van een pomp en aanzuigslangen lucht door de vloeistof te leiden. Het ammoniumgehalte in de absorptievloeistof is met behulp van een ionchromatograaf bepaald. De luchtsnelheid door de absorptievloeistof wordt ingesteld op $2,5 \text{ l min}^{-1}$. De flow wordt per meetperiode 2 keer nagemeten.

De achtergrondconcentratie is gemeten door bovenwinds van het veld een mast te plaatsen van 3,5 m hoogte (achtergrondmast). Vanwege het ontbreken van een profiel is deze mast van slechts 4 monstername punten voorzien. Bij draaiing van de wind wordt de achtergrondmast zo verplaatst dat deze bovenwinds van het veld blijft staan. Naast het proefveld is een mast opgesteld voorzien van 6 anemometers om het windprofiel te meten. Ook de anemometers zijn in hoogte logaritmisch over de mast verdeeld.

Literatuur

Beauchamp, E.G., Kidd, G.E. en G. Thurtell, 1978 - Ammonia volatilization from sewage sludge in the field. *J. Environ. Qual.*, 7, p. 141-146.

Beauchamp, E.G., Kidd, G.E. en G. Thurtell, 1982 - Ammonia volatilization from liquid dairy cattle manure in the field. *Can. J. Soil Sci.*, 62, p. 11-29.

Denmead, O.T., Simpson, J.R. en J.R. Freney, 1977 - A direct field measurement of ammonia emission after injection of anhydrous ammonia. *Soil Sci. Soc. Am.*, 41, p. 1001-1004.

Denmead, O.T., 1983 - Micrometeorological methods for measuring gaseous losses of nitrogen in the field. In: J.R. Freney en J.R. Simpson (eds). *Gaseous loss of nitrogen from plant-soil systems*. Den Haag, Martinus Nijhoff/Dr W Junk Pub.

Ryden, J.C. en J.E. McNeill, 1984 - Application of the micrometeorological mass balance method to the determination of ammonia loss from a grazed sward. *J. Sci. Food Agric.*, 35, p. 1297-1310.

Bijlage II Gegevens over het aanzuren

(afkomstig van J.L.G. Hendriks, IMAG medewerker afdeling mechanisatie)

PROEVEN AANZUREN VOOR HET UITRIJDEN

PROEF : 1

DATUM : 16 - 7- 1991

MEST AFKOMSTIG VAN : Duiven

EIND PH-WAARDE : 6,0 (vaste hoeveelheid zuur)

SERIE : 1

HERAHLING : 1 RESTANT PROEF 1 (12 CM) : 450 KG

TOTALE HOEVEELHEID AANGEZUURDE MEST : 5.500 KG

BEGINNIVEAU : 12 CM ZUUR : 50 L

NAMIXTIJD : Variabel ANTI-SCHUIM : 1,9 L

NR. EVT. MESTMONSTER LEIDING : 1

NR. MESTMONSTER VOOR AANZUREN : 2 en 3

NR. MESTMONSTER NA AANZUREN : 4

TIJD	pH VAST	pH HAND	ZUUR	ACTIE
8:30				Start mestvat vullen
8:40			0	Start aanzuren
8:43	6,43			
8:46	5,90		40	
8:48	5,99	6,07		
8:49	5,77	5,73	50	Stop aanzuren
8:51	8,78	5,85		Namixen
8:55	5,81	5,89		Namixen

RESULTATEN MESTANALYSES

	MONSTER 2	MONSTER 3	MONSTER 4
NH ₄ -N [G/KG]	1,56	1,62	1,65
N _{TOTAAL} [G/KG]	4,07	4,13	5,77
pH [-]	7,0	7,0	6,1
NO ₃ -N [MG/L]	77,5	72,5	1615
DS [G/KG]	72,5	72,5	75,1
AS [%]	25,2	24,6	23,3

PROEVEN AANZUREN VOOR HET UITRIJDEN

PROEF : 2

DATUM : 16 - 7- 1991

MEST AFKOMSTIG VAN : Duiven

EIND PH-WAARDE : 5,5 (vaste hoeveelheid zuur)

SERIE : 1

HERAHLING : 1 RESTANT PROEF 1 (12 CM) : 450 KG

TOTALE HOEVEELHEID AANGEZUURDE MEST : 5.500 KG

BEGINNIVEAU : 12 CM

ZUUR : 60 L

NAMIXTIJD : Variabel

ANTI-SCHUIM : 1,9 L

NR. EVT. MESTMONSTER LEIDING :

NR. MESTMONSTER VOOR AANZUREN : 5 en 6

NR. MESTMONSTER NA AANZUREN : 7

TIJD	pH VAST	pH HAND	ZUUR	ACTIE
9:00				Start mestvat vullen
9:14	6,80	6,75	0	Start aanzuren
9:20	5,14	5,03	60	Stop aanzuren
9:22	5,35	5,31		Namixen
9:24	5,48	5,41		Namixen
9:25	5,49	5,44		Namixen
9:27	5,50			Namixen
9:32	5,52	5,16		Namixen

RESULTATEN MESTANALYSES

	MONSTER 5	MONSTER 6	MONSTER 7
NH ₄ -N [G/KG]	1,48	1,48	1,33
N _{TOTAAL} [G/KG]	4,30	4,50	5,10
pH [-]	7,0	7,0	5,8
NO ₃ -N [MG/L]	93	86	2035
DS [G/KG]	70,3	68,8	76,7
AS [%]	25,1	24,4	23,6

PROEVEN AANZUREN VOOR HET UITRIJDEN

PROEF : 3

DATUM : 16 - 7- 1991

MEST AFKOMSTIG VAN : Duiven

EIND PH-WAARDE : 5,0 (vaste hoeveelheid zuur)

SERIE : 1

HERAHLINGRESTANTIPROEF 1 (12 CM) : 450 KG

TOTALE HOEVEELHEID AANGEZUURDE MEST : 5.500 KG

BEGINNIVEAU : 12 CM ZUUR : 60 L

NAMIXTIJD : Variabel ANTI-SCHUIM : 1,9 L

NR. EVT. MESTMONSTER LEIDING :

NR. MESTMONSTER VOOR AANZUREN : 8 en 9

NR. MESTMONSTER NA AANZUREN : 10

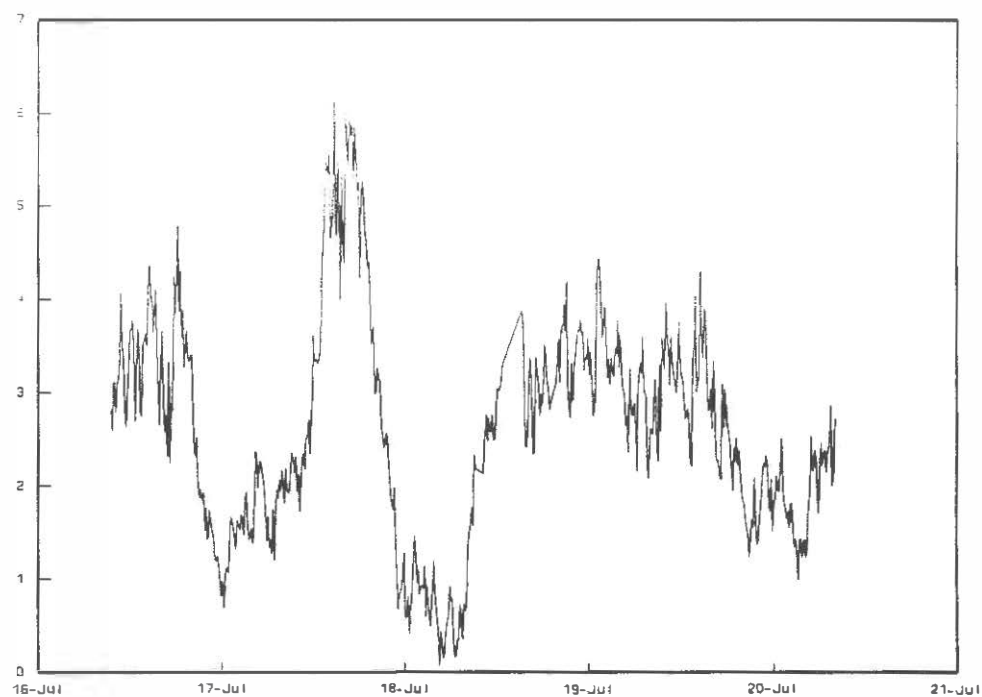
TIJD	pH VAST	pH HAND	ZUUR	ACTIE
9:35				Start mestvat vullen
9:45	6,73	6,83	0	Start aanzuren
9:53	4,85		70	
9:55			75	Stop aanzuren
10:02	4,94	4,97		Namixen
10:04	4,94	5,05		
10:13				Start aanzuren
10:14	4,66		85	Stop aanzuren
10:20	4,67	4,73		Namixen

RESULTATEN MESTANALYSES

	MONSTER 8	MONSTER 9	MONSTER 10
NH ₄ -N [G/KG]	1,58	1,50	1,29
N _{TOTAAL} [G/KG]	3,89	3,73	6,10
pH [-]	6,9	6,9	4,9
NO ₃ -N [MG/L]	126	117	2765
DS [G/KG]	71,9	71,6	77,9
AS [%]	24,8	24,8	21,8

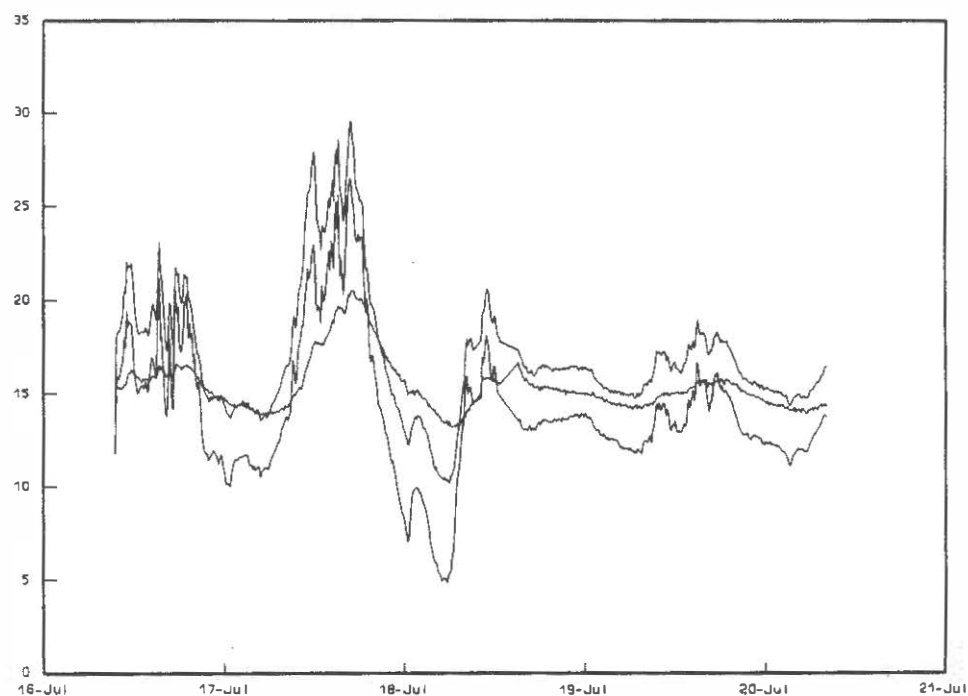
Bijlage III Weersomstandigheden tijdens het experiment

m/s

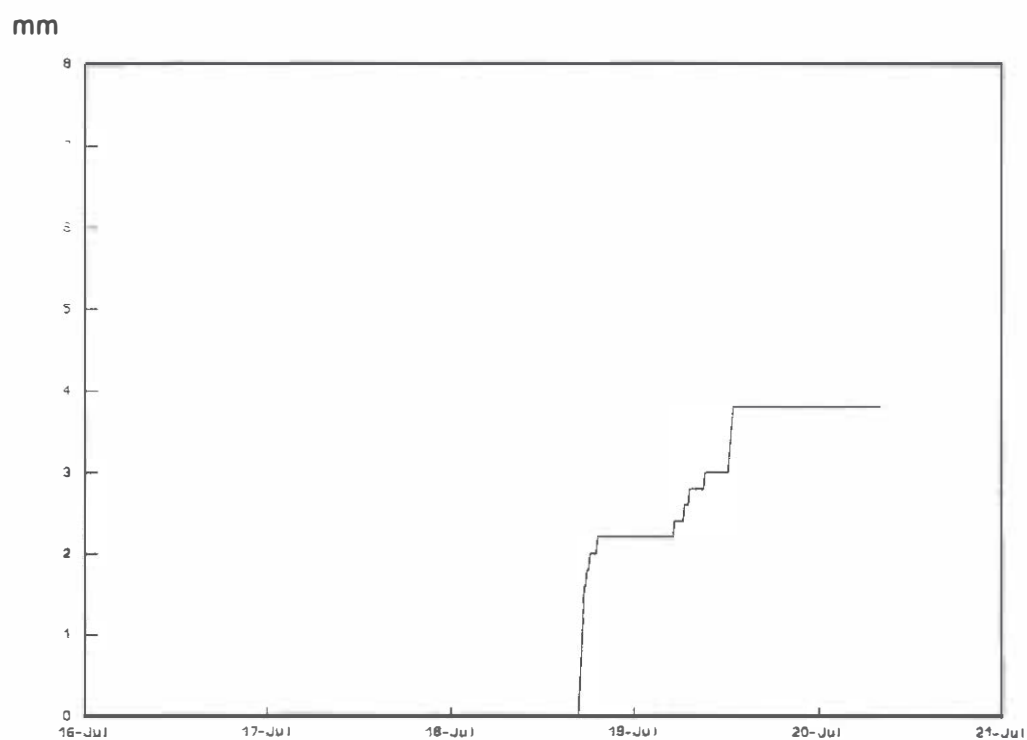


Figuur 4 Windsnelheid op 2,4 m hoogte

°C



Figuur 5 Temperatuur op 5 cm boven de grond, op de grond en 5 cm onder de grond.



Figuur 6 Neerslag

Bijlage IV Emissiesnelheid per meetmethode

Bovengronds breedwerpig dunne rundermest (referentieveld)

periode na uitrijden	emissiesnel- heid	cumulatief verlies	
	[kg/ha/dag]	[kg/ha]	[%] t.o.v. NH ₄ -N
0 - ½ uur	177,46	3,70	26,00
½ - 1½ uur	85,15	7,13	50,11
1½ - 3 uur	30,95	9,15	64,32
3 - 6 uur	10,98	10,95	74,46
6 - 12 uur	4,90	11,66	82,01
12 - 22 uur	0,97	12,08	84,98
22 - 47 uur	0,76	12,87	90,51
47 - 71 uur	0,46	13,33	93,75
71 - 95 uur	0,43	13,76	96,74

Aangezuurde dunne rundermest : pH 4,9

periode na uitrijden	emissiesnel- heid	cumulatief verlies	
	[kg/ha/dag]	[kg/ha]	[%] t.o.v. NH ₄ -N
0 - ½ uur	6,50	0,14	0,94
½ - 1½ uur	3,92	0,30	2,08
1½ - 3 uur	2,95	0,48	3,30
3 - 6 uur	3,64	0,94	6,49
6 - 12 uur	3,16	1,49	10,30
12 - 22 uur	0,45	1,69	11,69
22 - 47 uur	0,93	2,66	18,48
47 - 71 uur	0,00	2,66	18,42
71 - 95 uur	0,32	2,99	20,65

Aangezuurde dunne rundermest : pH 5,8

periode na uitrijden	emissiesnel- heid	cumulatief verlies	
	[kg/ha/dag]	[kg/ha]	[%] t.o.v. NH ₄ -N
0 - ½ uur	10,80	0,22	1,61
½ - 1½ uur	10,82	0,67	4,79
1½ - 3 uur	5,45	1,00	7,21
3 - 6 uur	10,89	2,36	16,92
6 - 12 uur	8,46	4,07	29,23
12 - 22 uur	0,66	4,37	31,34
22 - 47 uur	1,17	5,59	40,11
47 - 71 uur	0,76	6,35	45,55
71 - 95 uur	0,32	6,67	47,82

Aangezuurde dunne rundermest : pH 6,0

periode na uitrijden	emissiesnel- heid	cumulatief verlies	
	[kg/ha/dag]	[kg/ha]	[%] t.o.v. NH ₄ -N
0 - ½ uur	11,14	0,23	1,48
½ - 1½ uur	9,65	0,63	3,99
1½ - 3 uur	13,66	1,53	9,72
3 - 6 uur	14,97	3,50	22,28
6 - 12 uur	8,99	5,35	33,99
12 - 22 uur	0,77	5,69	36,15
22 - 47 uur	0,64	6,35	40,38
47 - 71 uur	0,72	7,07	44,96
71 - 95 uur	0,24	7,31	46,45